第65卷 第2期　　天 文 学 报　　Vol. 65 No. 2
2024年3月　　ACTA ASTRONOMICA SINICA　　Mar., 2024
doi: 10.15940/j.cnki.0001-5245.2024.02.001

吉林天文观测基地光学观测环境及相关研究进展*

康 喆[1,2]　牛炳力[1,2]　李振伟[1,2,3†]　孙建南[1]　吕 游[1]　朱成伟[1]　邓诗宇[1]
刘德龙[1]　杨文波[1]　张 楠[1]　柳 鸣[1]　孙明国[1]　刘承志[1,2,3‡]

(1 中国科学院国家天文台长春人造卫星观测站 长春 130117)
(2 中国科学院大学天文与空间科学学院 北京 100049)
(3 中国科学院空间目标与碎片观测重点实验室 南京 210023)

摘要　地基光学天文望远镜是人类探索与研究宇宙的重要手段, 对已有地基光学台址的光学观测环境进行监测分析, 可以为后期设备针对性改造以及观测者调整观测策略提供参考依据, 对提升地基光学设备的观测效能具有重要的意义. 吉林天文观测基地(简称“基地”)隶属于中国科学院国家天文台长春人造卫星观测站, 位于吉林省吉林市大绥河镇小绥河村南沟约5 km处(东经126.3°, 北纬43.8°, 海拔高度313 m). 基地大气视宁度均值范围约为1.3″–1.4″、天顶附近V波段的天光背景亮度为20.64 mag · arcsec^{-2}、年晴夜数最高可达270余天, 具有良好的天文观测条件. 吉林天文观测基地于2016年投入运行, 现有1.2 m光电望远镜、迷你光电阵列望远镜、大视场光电望远镜阵列、新型多功能阵列结构光电探测平台等多台(套)光电望远镜设备. 利用上述设备, 主要围绕空间目标探测与识别、精密轨道确定、光电探测新方法以及变源天体的多色测光等开展相关研究工作, 与多家国内高校及科研院所保持着良好的合作关系.

关键词　望远镜: 选址, 天文仪器, 方法: 数据分析, 技术: 测光
中图分类号: P112;　**文献标识码**: A

1　引言

地基光学天文望远镜是人类探索与研究宇宙的重要手段. 通过对已有地基光学台址的观测环境进行监测分析, 可以为后期设备针对性改造以及观测者调整观测策略提供参考依据, 对提升地基光学设备的观测效能具有重要的意义. 本文详细介绍了吉林天文观测基地(简称“基地”)的台址相关信息、现有设备基本性能及开展相关研究情况, 该基地也是我国东北三省、内蒙、俄罗斯远东地区在内唯一常规运行的综合性天文研究基地. 通过本文的介绍, 将对基地未来发展及开展相关研究提供参考.

2　地理位置及基础规划情况

目前, 我国开展常规运行的光学望远镜分布位置如图1所示. 吉林天文观测基地位于吉林省吉林市大绥河镇小绥河村南沟(东经126.3°, 北纬43.8°, 海拔高度313 m), 地处吉林省长春市与吉林市之间,

2022-12-09收到原稿, 2023-03-13收到修改稿
*国家自然科学基金项目(U2031129、12273080), 中国科学院天文大科学中心前瞻课题(Y9290201), 中国科学院青年创新促进会项目(2018079)资助
†lizw@cho.ac.cn
‡lcz@cho.ac.cn

与中国科学院国家天文台长春人造卫星观测站(简称"长春人卫站")总部(长春市)直线距离约72 km, 距吉林市市区约15 km, 如图2所示. 基地的大气视宁度均值范围约为1.3″–1.4″、天顶附近的天光背景亮度为20.64 $\mathrm{mag \cdot arcsec^{-2}}$、年晴夜数最高可达270余天, 具有较好的天文观测条件. 基地建设整体规划如图3所示, 目前已经完成基地的一期建设工程, 主要包括观测楼、综合服务楼以及平移圆顶的建设. 基地现有观测设备主要包括: 1.2 m光电望远镜、迷你光电阵列望远镜、大视场光电望远镜阵列、新型多功能阵列结构光电探测平台等多台(套)光电望远镜设备. 利用上述设备主要开展空间目标探测与识别、精密轨道确定、光电探测新方法以及变源天体的多色测光等研究, 与多家国内高校及科研院所保持着良好的合作关系.

3 光学观测环境基本情况

衡量台站光学观测环境因素有很多, 主要分为大气因素(大气消光[1–3]、大气视宁度[4–5]、大气湍流与扰动[6]、夜天光亮度[7–8])和气象因素(晴夜数[9]、云量及降雨量[10–11]、温度、风速风向[12]等). 本文将对吉林天文观测基地自建成后获得的数据进行分析研究, 以下将展开介绍.

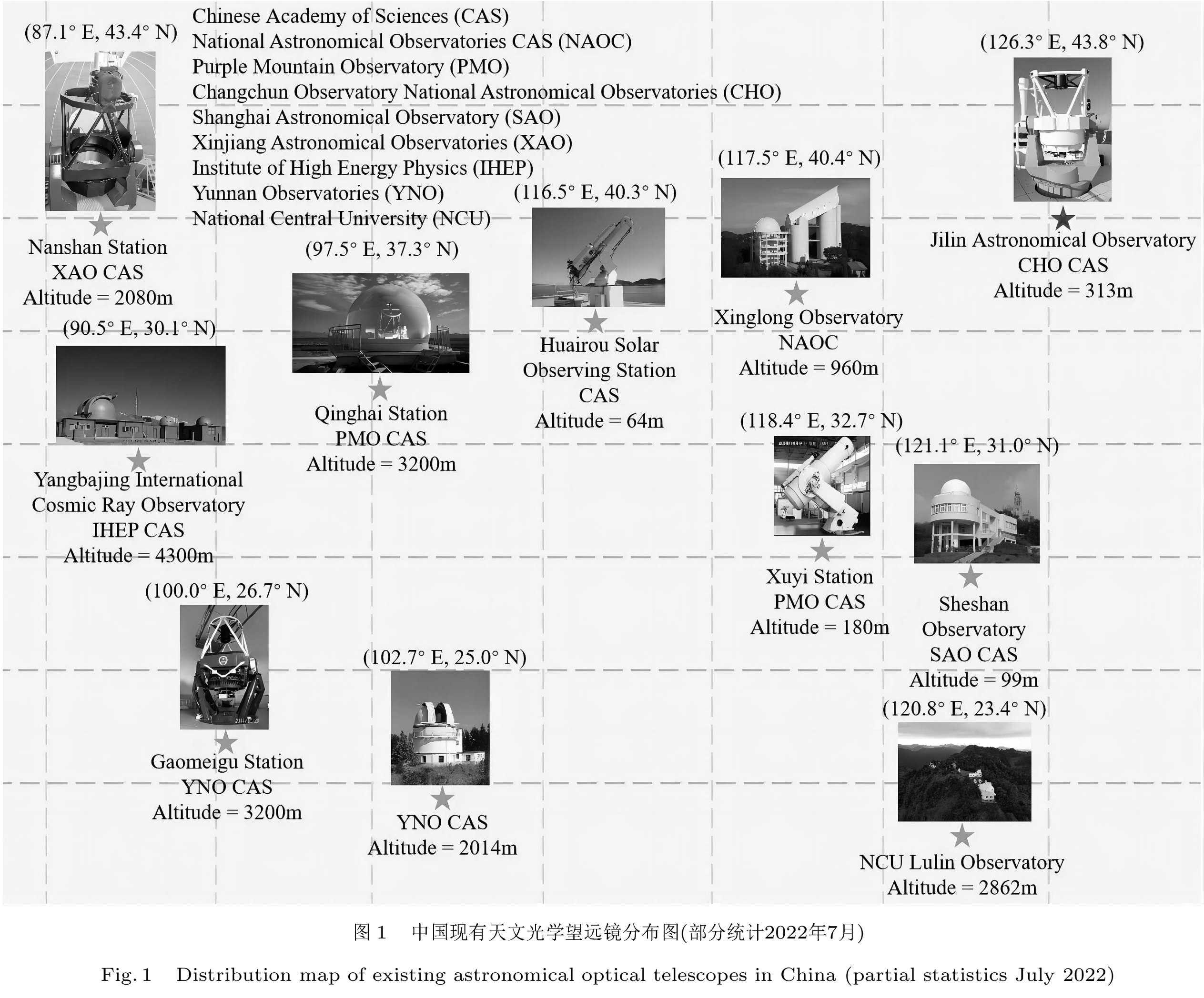


图 1 中国现有天文光学望远镜分布图(部分统计2022年7月)

Fig. 1 Distribution map of existing astronomical optical telescopes in China (partial statistics July 2022)

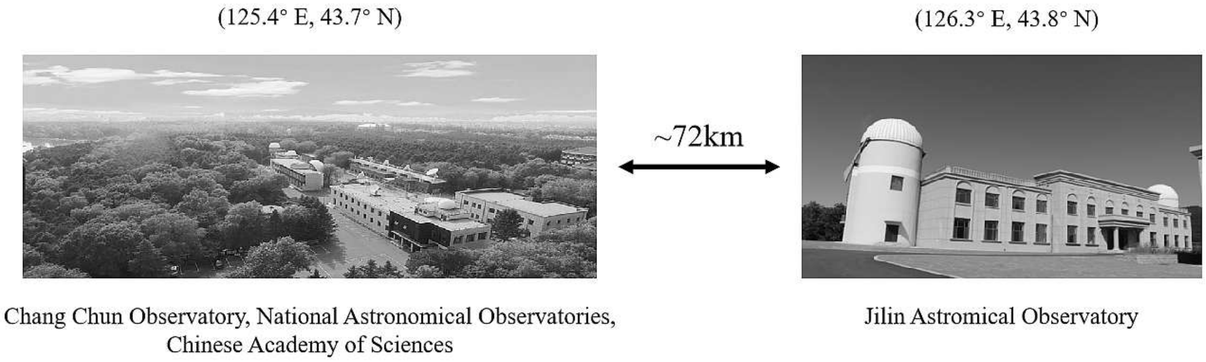


图 2　长春人卫站与吉林天文观测基地地理位置图

Fig. 2　Location map of Changchun observatory, NAO, CAS and Jilin astronomical observatory

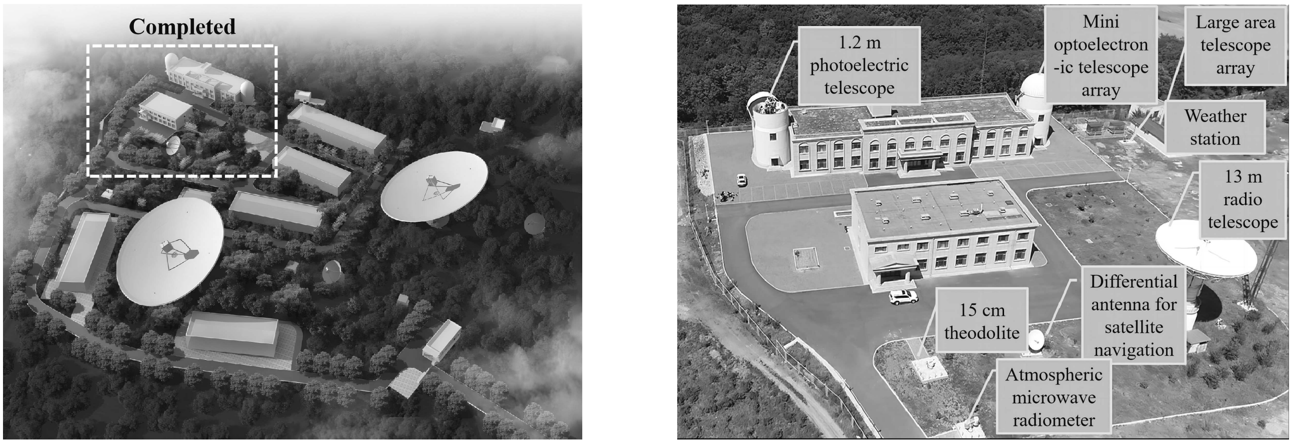


图 3　吉林天文观测基地规划图(左图)及目前完工情况(右图)

Fig. 3　Planning map of Jilin astronomical observatory (left panel) and current completion situation (right panel)

3.1　夜天光情况及大气视宁度

夜天光亮度是评估一个天文台址选址优劣的重要参数之一[13–16], 直接影响天文观测精度和极限星等物理量, 在选址初期该指标的观测是在国家天文台的帮助下采用专用夜天光仪设备(工作波段: V (5500 Å); 测光平场2.9°)进行的. 我们于2011年基地选址时, 分别对选址所在地东、南、西、北的不同仰角方向及天顶进行观测, 手动调整测光视场尽量避开亮星, 得到天顶附近的天光背景亮度可达到22.00 mag·arcsec^{-2}, 仰角45°以上的夜天光亮度皆暗于21.00 mag·arcsec^{-2}. 随着城市发展, 夜天光变化较大, 但由于缺少专业的夜天光测量设备, 我们利用我站1.2 m光电望远镜同时性三通道测光系统[17]分别于2020年11月、2021年3月、2021年4月和2021年11月观测了大量斯隆数字巡天(Sloan Digital Sky Survey, SDSS)测光标准星和Landolt测光标准星, 利用观测得到的不同地平高度的测光标准星对夜天光亮度进行评估[18], 结果如图4所示. 图5给出g′、r′、i′这3个波段的夜天光亮度统计直方图, 从图中可以看出基地g′波段夜天光亮度主要分布在20.40–21.20 mag · arcsec^{-2}, 其中在20.60–21.00 mag · arcsec^{-2}范围内出现的概率最大, 20.79 mag·arcsec^{-2}的累计概率为50% (P50%); r′波段的夜天光亮度在20.20–20.60 mag · arcsec^{-2}范围内出现的概率最大, 20.52 mag · arcsec^{-2}的累计概率为50%, i′波段的

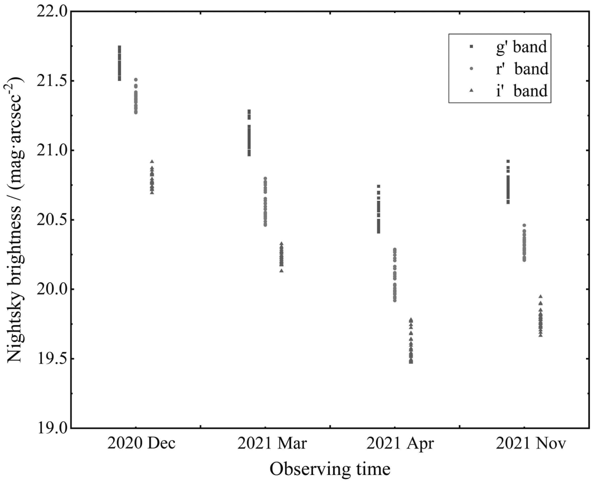
夜天光亮度在19.60–20.00 mag · arcsec^{-2}范围内出现的概率最大, 19.86 mag · arcsec^{-2}的累计概率为50%. 此外, 我们基于大量实测数据利用最小二乘拟合法得到的1.2 m光电望远镜同时性三通道测光系统的星等转换方程组[18], 该方程组可以将三通道测光光度计使用的SDSS测光系统(u′、g′、r′、i′、z′波段)测得的星等值转换至宽带测光系统(UBVRI)下的星等值, 我们利用该方程组将基地在天顶附近g′、r′、i′这3个波段的夜天光亮度转换至V波段, 详见表1.

从近3 yr的统计数据可以看出, 基地夜天光背景亮度呈现出变亮趋势, 这是由于人类城市不断扩张以及城市照明不断变亮使得夜天光亮度受到影响. 在温暖季节户外灯光使用频繁, 对于夜天光的影响更为明显; 在寒冷季节, 人类室外活动及灯光使用相对减少, 对于夜天光的影响有所好转, 但是整体还是呈现出变亮趋势. 与2011年选址时夜天光亮度的测量结果(V: 22.00 mag · arcsec^{-2})相比, 近3 yr的夜天光亮度明显变亮, 这也反映出了国家经济的高速发展、城市化进程不断加快. 夜天光亮度是观测台站光学观测条件重要评价指标之一, 因此观测台站的选址应当尽可能选择远离人类城市活动的地区. 后续我们会利用更专业的夜天光仪设备对基地的夜天光亮度这一重要参数进行更为详尽、准确的统计.

表 1 吉林基地夜天光背景测量结果统计表

Table 1 Statistical results of nightsky brightness of the Jilin astronomical observatory

Band / Duration	g′	r′	i′	V
	/(mag · arcsec^{-2})			
Dec 2020	21.74	21.52	20.91	21.28
March 2021	21.28	20.79	20.32	20.87
April 2021	20.74	20.28	19.78	20.45
Nov 2021	20.92	20.46	19.94	20.64



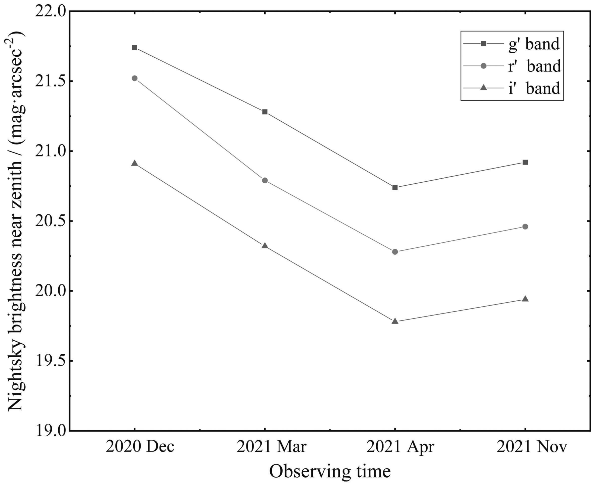


图 4 基地夜天光亮度在四轮观测中的分布情况(左图)及在天顶附近夜天光亮度的折线图(右图)

Fig. 4 The distribution of nightsky brightness at the base in four round observation (left panel) and line plot of nightsky brightness near zenith (right panel)

视宁度参数是现代天文选址中需要测量的一个重要物理量, 而差分像视宁度监测仪(Differential Image Motion Monitor, DIMM)是目前普遍采用的测量视宁度参数的天文仪器[19–21]. DIMM系统的部署将有助于分析已选站址或候选站址的本征视宁度, 评价一个站址的成像质量[22–24]. 2016年7月, 我们利用云南天文台丽江天文观测站的DIMM系统对基地的视宁度参数进行测量. 该系统的主镜采

用米德公司(Meade)生产的望远镜, 型号为LX200-ACF 12″ (Lunar Explorer 200 Advanced Coma-Free, LX200-ACF), 其视场为26′, 导星镜视场为5°. 利用该系统对基地开展视宁度观测, 累计获得10467组观测数据, 经计算得到基地的视宁度均值约为1.24″. 近期, 我们从法国购入了DIMM监测系统, 该设备的主镜筒采用星特朗(Celestron)公司口径为14英寸(约356 mm)的望远镜, 视场为17′ × 10′, 如图6所示. 目前, 仅开展了14 d的观测, 累计获得19511组观测数据, 得到基地的视宁度均值范围约为1.3″–1.4″. 此外, 我们通过获取观测站现有观测设备拍摄星象的半高宽(Full Width at Half Maximum, FWHM)的统计分布[25–27]也得到了基地2020—2021年部分时间的大气视宁度分布情况. 我们用上述三通道设备开展的四轮观测的测光标准星的FWHM对基地的视宁度进行了大致评估, 四轮观测共计12936组FWHM数值, 结果如图7所示. 从图中可以看出基地视宁度主要分布在1.2″–1.6″范围内, 经统计分析四轮观测中视宁度为1.36″的累计概率为50%. 由于利用恒星FWHM估计视宁度包含了圆顶、仪器致宽等因素, 因此结果整体偏大, 后续我们会采用更加专业的设备对视宁度进行长期监测. 未来, 我们利用我们的DIMM设备积累大量观测数据, 实现全年统计观测, 更加精准地评价基地的大气视宁度情况, 为深入开展实测天文学提供本征视宁度参考.

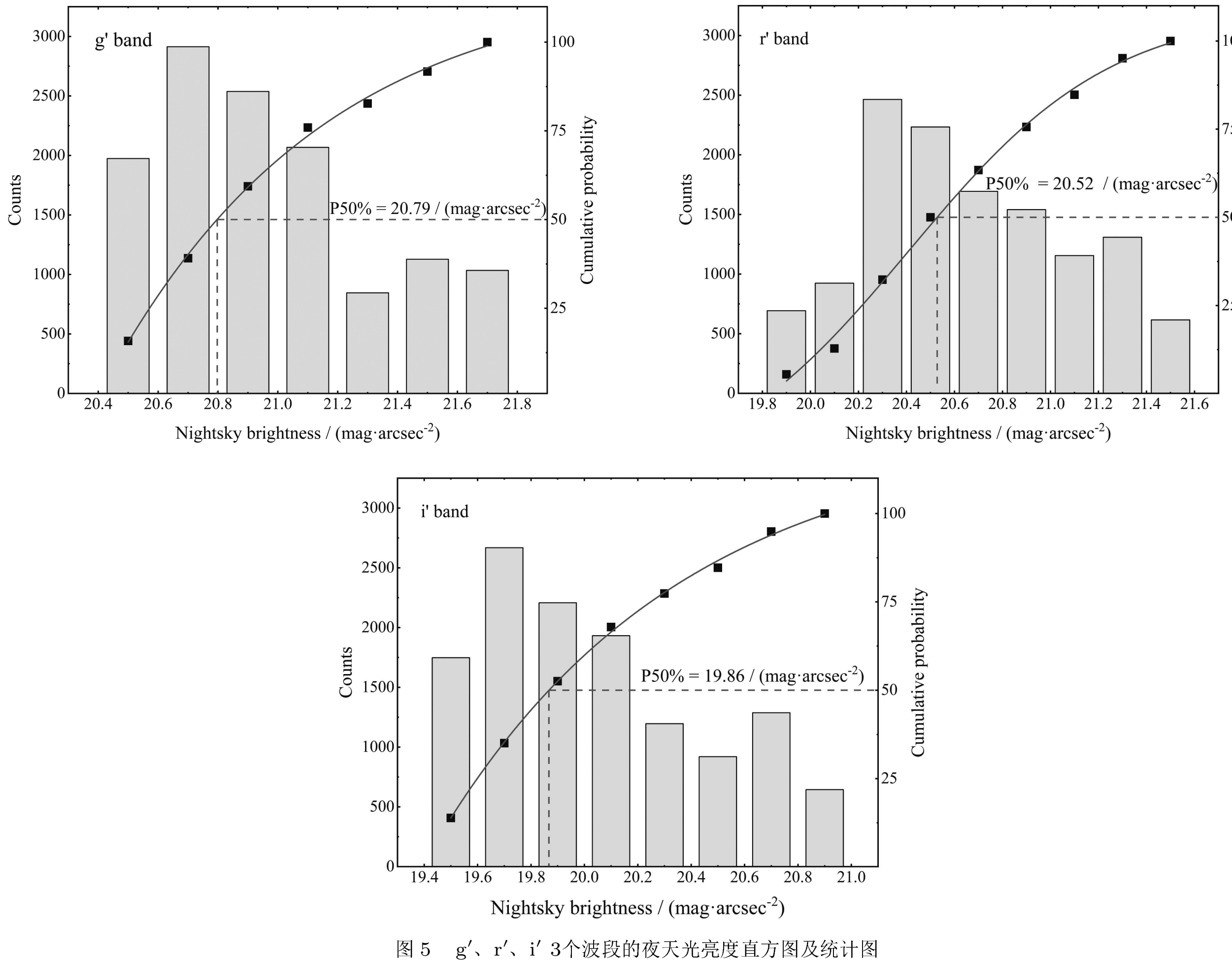


图 5　g′、r′、i′ 3个波段的夜天光亮度直方图及统计图

Fig. 5　Number distribution and cumulative probability distribution of nightsky brightness in g′, r′, i′ bands

图 6 差分像视宁度监测仪实物图

Fig. 6 Photograph of DIMM

3.2 可观测夜及观测时长

我们通过统计近5 yr (2017—2021年)基地光电望远镜观测日志, 同时参考吉林市大绥河镇历年天气预报以及我们气象站的相关信息, 得到基地观测晴夜数和可观测时长等信息, 结果如图8所示. 基地年平均可观测夜为203 d, 最多可达241 d, 可观测时长为2352 h. 从图8中可以看出, 每年夏季(6–8月)正值基地雨水较多季节, 观测晴夜数也是一年之中最少的; 而冬季的可观测时长则较长, 最多可达到260 h/ 月. 上述信息对望远镜的常规运行规划提供了参考, 例如基地夏季阴雨天气较多, 适合进行望远镜设备的维护及调试工作; 冬季晴夜数较多, 更适合开展观测任务.

3.3 气温、降水量、风速等

我们采用物联网气象环境站(型号为PC-8)对吉林天文观测基地的气象情况进行监测, 如图9所示. 该气象站是按照国际气象组织(World Meteorological Organization, WMO)气象观测标准设计、生产的标准气象站, 可开展环境温度、环境湿度、露点温度、风速、风向、气压、太阳辐射、紫外线、降雨量、二氧化碳、有毒气体、PM2.5、PM10、闪电次数等指标参数的测量工作. 具有性能稳定、检测精度高、无人值守等特点, 可满足专业气象环境观测的业务要求, 其主要参数如表2所示.

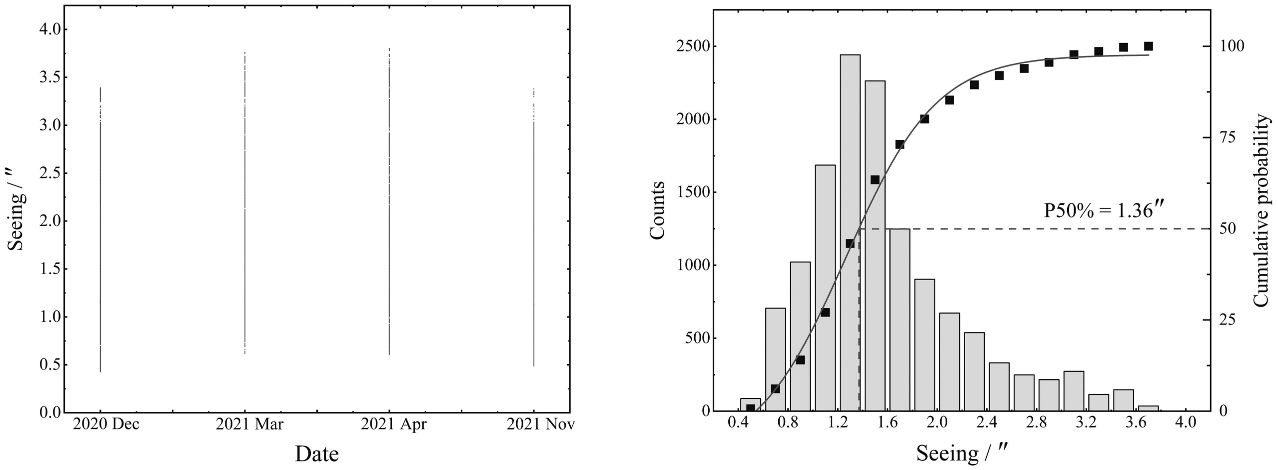


图 7 四轮观测中基地视宁度分布图(左图)及包含累积分布的统计直方图(右图)

Fig. 7 The scatter distribution (left panel) and the histogram combined with the cumulative probability distribution (right panel) of seeing at the base in four round observation

表 2　PC-8型气象站主要参数
Table 2　Main parameters of PC-8 weather station

Parameters	Range	Measurement resolution	Accuracy rate
Environment temperature	−50—+80°C	0.1°C	±0.1°C
Relative humidity	0–100%	0.1%	±2% (⩾ 80%) ±2% (⩾ 80%)
Dew point temperature	−40—+50°C	0.1°C	±0.2°C
Ultrasonic wind direction and speed	0–360° 0–70 m/s	3° 0.1 m/s	±3° ±(0.3+0.03v) m/s (v: wind speed)
Under infrared optical scattering principle	0–999.9 mm	0.001 mm/ 0.01 mm/0.2 mm	±0.4 mm (⩾ 10 mm) ±4% (> 10 mm)
Atmospheric pressure	550–1060 hPa	0.1 Pa	±0.3 hPa

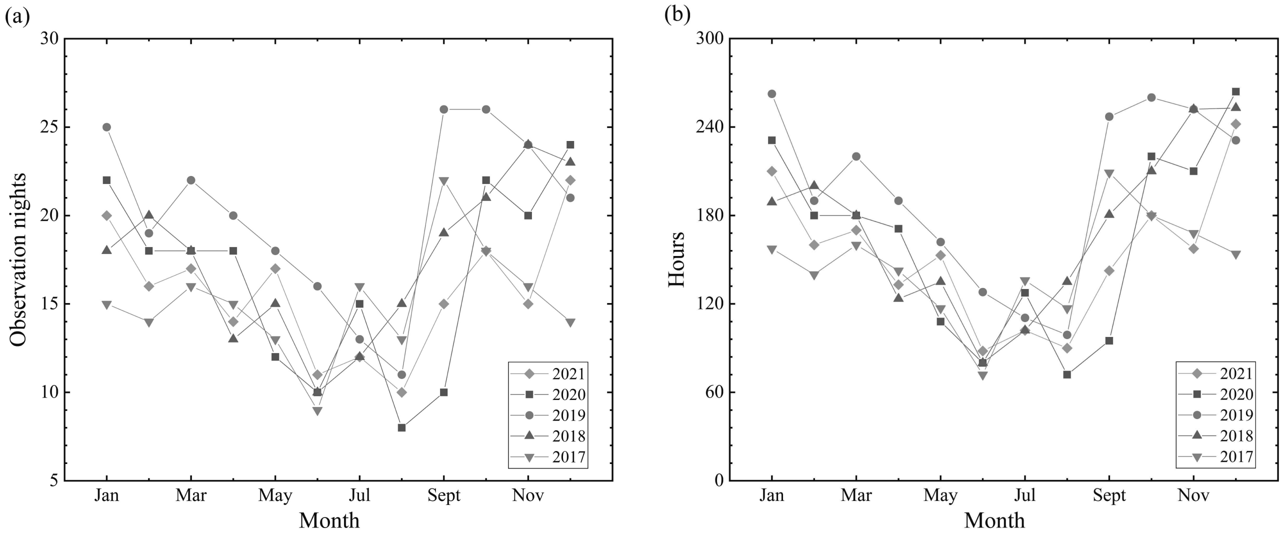


图 8　近5 yr, 吉林天文观测基地晴夜数及可观测时长情况. (a) 2017—2021年观测晴夜数, (b) 2017—2021年观测小时数.

Fig. 8　The number of observation nights and observation hours in Jilin astronomical observatory in recent five years. (a) number of observation nights from 2017 to 2021, (b) number of observation hours from 2017 to 2021.

该气象站于2020年10月投入使用, 截至目前已累计开展观测23个月. 2021年全年温度数据如图10所示. 基地年平均环境温度为6.71°C, 最高环境温度为35.8°C, 最低环境温度为−28.3°C, 全年的最大温差为64.1°C. 基地10月开始封冻, 冻深1.80 m, 冰冻期170–190 d. 基地夏季主要以降雨为主, 降水量主要集中在6–8月, 冬季则以降雪为主, 主要集中在10–12月. 此外, 我们对2021年全年的风速和风向数据也进行了统计, 风玫瑰图如图11所示. 从图中可以看出西风和西南风为主要风向, 且风速1–2 m/s为主要风速分布区间, 统计见表3. 表4所示为2021年风速分布累计百分比, 可以看出风速⩽ 2 m/s占

比最高, 大约为64.59%, 风速为⩾ 6 m/s占比最少, 仅为1.64%. 通过气象数据统计可以看出, 基地所处位置属于典型的温带季风气候, 适合开展天文观测研究.

图 9　PC-8型气象站照片

Fig. 9　The photograph of PC-8 weather station

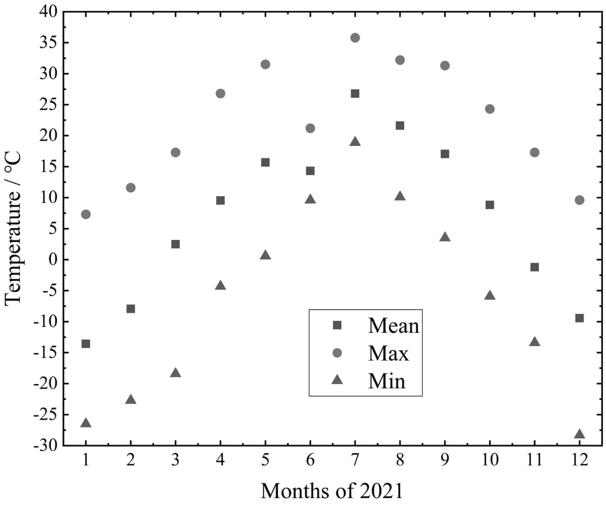


图 10　环境温度按月统计(2021年)

Fig. 10　Environment temperature statistics by month in 2021

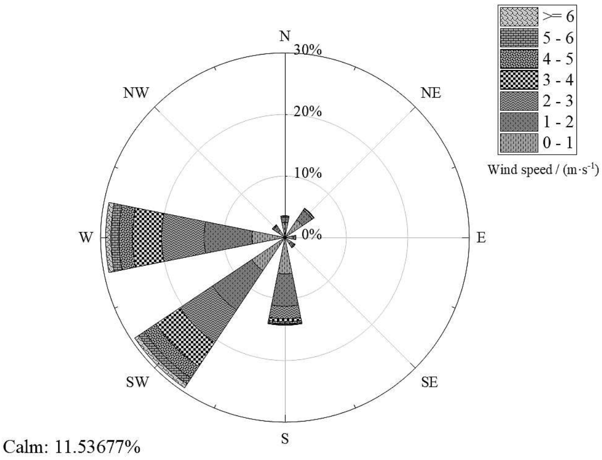


图 11　2021年风玫瑰图

Fig. 11　Wind-rose diagram in 2021

表 3　2021年风向分布累计百分比

Table 3　Cumulative percentage of wind direction distribution in 2021

Wind direction	Cumulative percentage (%)
North (N)	3.53
Northeast (NE)	5.73
East (E)	1.83
Southeast (SE)	2.03
South (S)	14.27
Southwest (SW)	29.40
West (W)	29.17
Northwest (NW)	2.51

表 4　2021年风速分布累计百分比

Table 4　Cumulative percentage of wind speed distribution in 2021

Wind speed/(m· s^{-1})	Cumulative percentage (%)
0	11.54
0–1	27.75
1–2	25.30
2–3	16.17
3–4	10.14
4–5	4.84
5–6	2.62
⩾ 6	1.64

4　现有主要设备情况及相关研究进展

目前, 基地主要开展运行的设备有1.2 m大视场光电望远镜、迷你光电阵、大视场望远镜阵列以及新型多功能阵列结构型光电探测平台等光电观测设备, 利用上述设备主要开展空间目标观测预警、空间目标光谱与光度特性的测量研究、瞬变源天体的搜寻及多色测光研究、近地小天体的搜寻与监测预警等工作, 下文将详细介绍各观测设备的基本情况及相关研究开展情况.

4.1　1.2 m大视场光电望远镜

1.2 m光电望远镜由中国科学院上海天文台设计制造, 其实物和光路图如图12所示, 主要技术参数列于表5. 该望远镜是一台反射式望远镜, 具有主焦点光学系统和卡塞格林焦点(卡焦)光学系统, 通过机械切换装置实现两个焦点的转换. 主焦点系统由口径为1200 mm的主镜及一系列改正镜组成, 当主焦改正镜系统直接面对主镜时, 光线通过主镜反射到改正镜系统可在CCD (Charge-Coupled Device) 相机上成像, 主焦点系统参数如表6所示, 主焦点系统利用其大视场强光力对微小暗弱目标进行搜寻; 当将摆动机构正对主镜时, 则实现了卡焦光学系统的切换, 该焦点主要用于小视场成像及搭载不同的光学特性测量终端, 开展目标光学特性测量, 卡焦系统参数如表7所示. 该望远镜于2016年8月实现了“初光”, 其主焦点及卡焦点成像如图13所示. 目前, 我们在卡焦系统上安装了一台同时性三通道测光光度计, 可用于开展瞬变源天体及空间目标的同时性多色测光工作, 对于该系统测光性能的评估可参见本文作者团队此前的工作[17–18]. 该望远镜也是中国科学院A类战略性先导科技专项“SVOM (Space Variable Objects Monitor)卫星工程科学应用系统(二期)”中的地基后随观测核心望远镜, 利用该台望远镜设备我们已开展大量瞬变源天体、近地天体的搜寻及光度测量工作. 此外, 通过与国内高校和研究机构合作, 还开展了空间目标光度、光谱特性的测量等工作, 对我国, 尤其是东北地区天文学发展起到积极推动作用.

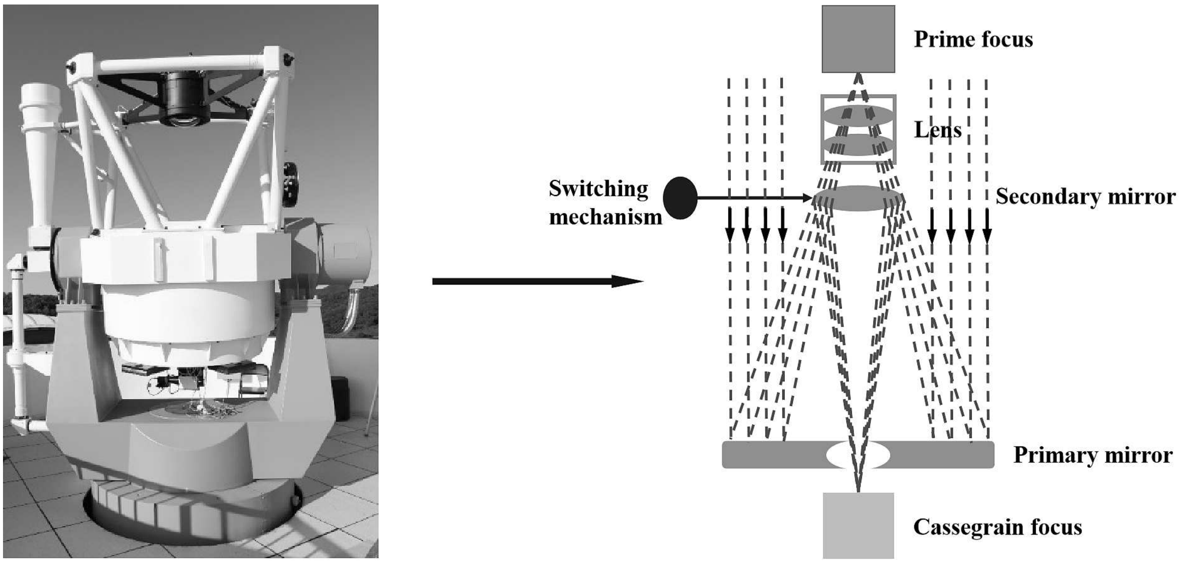


图 12　1.2 m光电望远镜及其光路图

Fig. 12　Diagram and optical path of the 1.2 m photoelectric telescope

(a) (b)

图 13　1.2 m光电望远镜"初光"照片. (a)主焦点, (b)卡氏焦点.

Fig. 13　First light of the 1.2 m optical telescope. (a) prime focus, (b) cassegrain focus.

表 5　1.2 m光电望远镜的主要技术参数
Table 5　Main technical parameters of the 1.2 m photoelectric telescope

Parameters	Value
Maximum tracking speed	$> 6\ (^\circ)\cdot s^{-1}$ (both axes)
Maximum acceleration in pitch and roll	$> 1\ (^\circ)\cdot s^{-2}$
Pointing accuracy (in RA)	$5''$
Pointing accuracy (in DEC)	$5''$
Zenith blind zone	$< 2.5^\circ$
Angle of azimuth	$\pm 275^\circ$
Angle of pitch	-5°–80°
Angle of rotation	$\pm 180^\circ$
Maximum rotative speed	$> 2\ (^\circ)\cdot s^{-1}$

4.2　阵列结构光电望远镜

4.2.1　迷你光电阵

为满足空间碎片监视技术的飞速发展, 我站于2015年启动该设备的建设工作. 迷你光电阵由8台口径为15 cm的透射式光学望远镜组成, 如图14所示, 望远镜仰角指向18°–32°的北(或南)天区, 视场范围覆盖约1500 deg^2, 探测终端采用科学级CCD相机, 观测模式采用固定时间曝光的凝视模式, 在19等背景天光条件下, 可观测极限星等为10.9等, 设备具体指标及探测器指标如表8所示. 该设备可对指定天区0.5–1 m的空间碎片进行搜索、跟踪和编目, 起到与其他光电观测设备协同观测的作用, 提高空间碎片编目的连续性并增加观测目标的时段和识别目标数. 利用该设备参加空间碎片常规观测以及空间碎片碰撞预警试验, 增强对空间碎片环境的分析预测能力, 更好地服务于我国的航天事业, 为国家和地方的经济发展、国防建设、科技进步和科学普及做出重大贡献. 该设备自2017年6月开始针对低轨空间目标开展常规观测, 年观测约30万镜圈, 识别目标数约4400个.

表 6　1.2 m光电望远镜主焦系统的主要技术参数
Table 6　Main technical parameters of the prime focus system of the 1.2 m photoelectric telescope

Parameters	Value
Diameter of primary mirror	1205 ± 3 mm
Effective diameter of primary mirror	1180 mm
Ratio of prime focus	1/1.7288
Diameter of the midhole of the primary mirror	210 mm
Field of view of the prime focus	$1.5^\circ \times 1.5^\circ$
Focal length of the prime focus	2198 mm
Encircled energy of the prime focus	80% in $0.75''$

表 7　1.2 m光电望远镜卡焦系统的主要技术参数

Table 7 Main technical parameters of the cassegrain focus system of the 1.2 m photoelectric telescope

Parameters	Value
Field of view of the cassegrain focus	$11' \times 11'$
Focal length of the cassegrain focus	9195 mm
Back focal length of the cassegrain focus	about 1000 mm
Total length of cassegrain focus R-C system	about 2488 mm
Encircled energy of the cassegrain focus	80% in $1''$
Transmittance of the cassegrain focus system	$\geqslant$ 80%

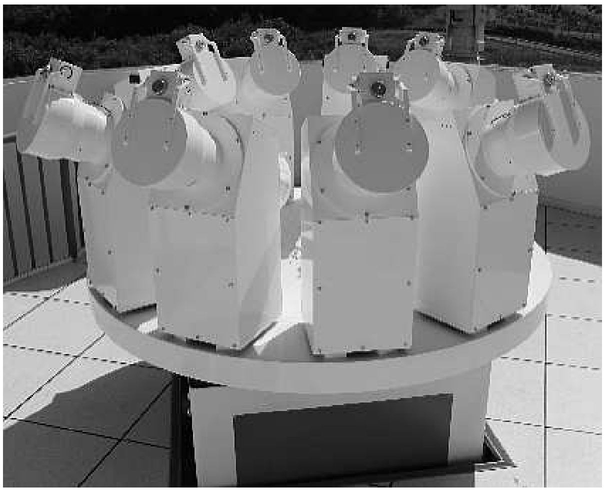


图 14　迷你光电阵

Fig. 14　Diagram of the mini optoelectronic telescope array

表 8　迷你光电阵的基础技术参数

Table 8 Technical parameters of the mini optoelectronic telescope array

Parameters	Value
Frame frequency	1/1700 ms
Monitoring region	$\geqslant$ 1500 deg^2
Pitch angle of observation area	18°–32°
Observation accuracy	$\geqslant 9''$

4.2.2　大视场望远镜阵列

大视场望远镜阵列由4台口径为15 cm的透射式光学望远镜组成, 如图15所示, 监视天区可以达到670 deg^2. 与迷你阵不同, 该望远镜配备了赤道式可转动机架, 设备灵活度更高. 此外, 该设备探测终端采用一款型号为KL4040的科学级CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)相机, 更易于开展短曝光的空间目标观测, KL4040相机以及设备的技术指标分别如表9和表10所示. 该设备主要针对中低轨空间目标开展观测, 于2019年投入运行, 年观测约35万镜圈, 识别目标数约4000个. 该设备能起到与其他光电观测设备协同观测的作用, 提高空间碎片编目的连续性. 除开展常规观测外, 该设备还参与了大量实验性测试, 很好地验证了科学研究人员的新想法、新思路.

图 15　大视场望远镜阵列

Fig. 15　Large area telescope array

4.2.3　新型多功能阵列结构型光电探测平台

新型多功能阵列结构型光电探测平台由4台口径为28 cm的光学望远镜构成, 如图16所示, 监视天区可达170 deg^2, 在19等背景天光条件下, 可观测极限星等为16.5等. 4台望远镜按每套机架配备2台望远镜的方式进行布局, 2套转台均可单独控制, 进一步提升了设备的灵活度. 该设备的探测终端同样

采用了科学级CMOS相机, 主要针对地球同步轨道空间目标开展观测, 于2020年投入使用, 年观测约43万镜圈, 识别目标数约4300个; 通过观测疏散星团我们对该设备的测光系统进行了校准, 同时将该设备的巡天图像(如图16右图)与UCAC2星表进行匹对识别, 利用其中的UCAC2测光标准星对该设备的光学性能进行了系统评估, 结果显示在标准测光夜观测星等值亮于14等的恒星时, 该设备的测光精度优于0.15个星等值, 对于该系统测光性能的评估可参见作者团队此前发表的文章[28–29]. 综上所述, 我站现有阵列结构望远镜的观测能力已经覆盖低轨至中高轨道空间目标, 极大提高了我站对不同轨道高度空间目标的监测与编目能力. 此外, 该套设备还可用于开展瞬变源天体的巡天搜寻观测, 拓展了设备的使用范围, 进一步提升我站在该领域的探测能力.

表 9 KL4040相机指标

Table 9 Technical parameters of KL4040 camera

Parameters	Value
Sensor type	front illuminated CMOS
Sensor	GPixel GSense4040
Shutter Type	rolling; rolling with global reset
Active pixels	4096 × 4096
Pixels size (microns)	9 μm × 9 μm
Imaging area (diagonal)	36.8 mm × 36.8 mm (52 mm)
Full well capacity	70000 electrons (e^-)
Typical readout noise	$3.7e^-$
Dynamic range	85.2 dB
Frame rate	23 fps (Quad Small Form-factor Pluggable Version 2, QSFP V2)
Cooling method	air and liquid
Max.cooling (air)	40°C below ambient
Temperature stability	0.1°C
Dark current (typical)	$0.08\ e^- \cdot pixel^{-1} \cdot s^{-1}$ at −10°C
Interface	USB 3.0 (Optional QSFP)
Optional shutter	65 mm
Optional mounts	medium format recommended (6 × 7)
Subarray readout	standard
External trigger in/out	standard
SDK/software	Kepler Software Development Kit / Finger Lakes Instrumentation Pilot
Weight	4 Ibs (1.8 kg)

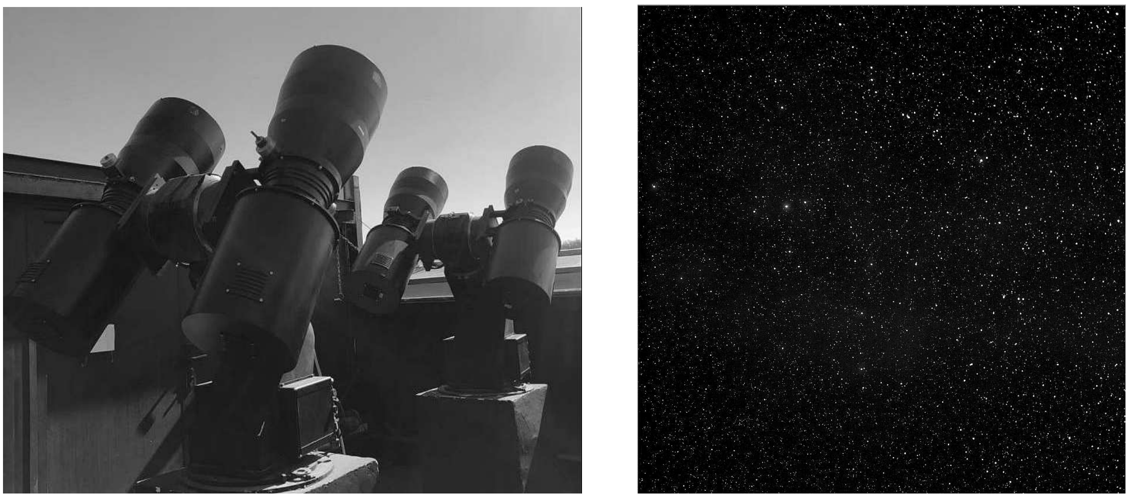


图 16 新型多功能阵列结构型光电探测平台(左图)及其巡天观测图像(右图)

Fig. 16 Advanced multi-functional array-structured photoelectric detector (left panel) with sky survey image (right panel)

表 10 大视场望远镜阵列的基础技术参数
Table 10 Technical parameters of the large area telescope array

Parameters	Value
Effective light aperture	(150 ± 2) mm
Focal length	(150 ± 3) mm
Operating wavelength	400–900 nm
Optical efficiency	$\geqslant 70\%$
Monitoring region	$\geqslant 670\ \mathrm{deg}^2$
Observation accuracy	$\geqslant 9''$ (RMS)
Frame pointing accuracy	$\geqslant 10''$ (RMS)
Working temperature	$-30°$–$30°$

5 总结与展望

本文详细介绍了吉林天文观测基地的台址相关信息、现有设备基本性能及开展相关研究情况. 通过本文的介绍, 将会对基地未来发展及开展相关研究提供参考. 目前, 阵列望远镜系统的探测能力已经可以覆盖从低轨至高轨的空间目标, 可以实现空间目标常规观测及"普查"工作, 对在轨航天器的安全运行起到保障作用. 此外, 利用我们的1.2 m大视场光电望远镜可以开展近地天体搜寻、预警, 瞬变源天体的搜寻以及配合其他地面及天基望远镜开展后随多色测光等工作. 未来, 我们将对现有的光电望远镜设备进行升级、优化, 实现光电望远镜的集中控制, 充分发挥现有光电探测设备的优势, 期望在空间目标监视预警、近地天体防御、光学特性测量、瞬变源天体等方面的研究中取得重要的观测数据及研究结果.

致谢 感谢审稿老师和编辑老师提出的宝贵意见. 感谢长春人卫站光电观测研究室全体成员的辛苦付出.

参 考 文 献

[1] 张周生, 陈培生, 周吉光. 云南天文台台刊, 1996, S1: 97
[2] 胡波. 天文学报, 2010, 51: 422
[3] Hu B. ChA&A, 2011, 35: 199
[4] 吴晓庆. 安徽师范大学学报: 自然科学版, 2013, 36: 414
[5] 云南天文台选址组. 天文学报, 1999, 40: 319
[6] Abahamid A, Jabiri A, Vernin J, et al. A&A, 2004, 416: 1193
[7] 胡平, 李锐, 王娜, 等. 天文研究与技术, 2017, 14: 495
[8] 拉巴次仁, 孟宪茹, 单增罗布, 等. 西藏大学学报: 社会科学版, 2008, 23: 97
[9] 毕雄伟. 云南师范大学呈贡校区天文台选址研究. 云南: 云南师范大学, 2006: 3-58
[10] 楼柯, 刘忠, 张瑞龙, 等. 天文学进展, 2001, 19: 147
[11] 钱璇, 姚永强, 张永婧. 天文学报, 2012, 53: 426
[12] 辛玉新, 王传军, 范玉峰, 等. 天文学进展, 2017, 35: 367
[13] 张周生, 陈培生, 汪从云, 等. 云南天文台台刊, 1999, 2: 54
[14] 陈天禄, 辛广广, 汪群, 等. 河北师范大学学报(自然科学版), 2017, 41: 398

[15] 胡平, 李锐, 王娜, 等. 天文研究与技术, 2017, 14: 495
[16] Zhang H H, Liu X W, Yuan H B, et al. RAA, 2013, 13: 615
[17] 牛炳力, 康喆, 李振伟, 等. 光学精密工程, 2023, 31: 793
[18] Niu B L, Liu C Z, Li Z W, et al. RAA, 2022, 22: 75
[19] 王子跃, 任德清. 天文研究与技术, 2019, 16: 114
[20] 王德清. 丽江2.4米光学望远镜的视宁度研究. 北京: 中国科学院大学, 2019: 1-53
[21] Irbah A, Borgnino J, Djafer D, et al. A&A, 2016, 591: A150
[22] 刘立勇, 姚永强. 天文学进展, 2010, 28: 391
[23] 王红帅, 姚永强, 刘立勇. 天文学进展, 2012, 30: 362
[24] 辛玉新, 范玉峰, 伦宝利, 等. 天文研究与技术, 2012, 9: 397
[25] 胡钢, 向永源, 刘忠, 等. 天文研究与技术, 2021, 18: 213
[26] 王彦丽, 王涛, 段立伟, 等. 天文研究与技术, 2012, 9: 93
[27] 郭锐, 杨磊, 翟东升, 等. 天文研究与技术, 2008, 5: 398
[28] 牛炳力, 刘承志, 李振伟, 等. 天文研究与技术, 2021, 18: 554
[29] 牛炳力, 刘承志, 李振伟, 等. 天文学报, 2022, 63: 9

Optical Observation Environment of Jilin Astronomical Observatory

KANG Zhe[1,2] NIU Bing-li[1,2] LI Zhen-wei[1,2,3] SUN Jian-nan[1] LV You[1] ZHU Cheng-wei[1]
DENG Shi-yu[1] LIU De-long[1] YANG Wen-bo[1] ZHANG Nan[1] LIU Ming[1] SUN Ming-guo[1]
LIU Cheng-zhi[1,2,3]

(1 Changchun Observatory, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130117)
(2 School of Astronomy and Space Science, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)
(3 Key Laboratory of Space Object & Debris Observation, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210023)

Abstract Ground-based optical astronomical telescopes are one of the most important instruments for human exploration and research of the universe. Monitoring and analysis of the optical observation environment of the existing ground-based optical station can provide a reference for the targeted modification of equipment and the adjustment of observation strategies of observers, which is of great significance for improving the observation efficiency of ground-based optical equipment. Jilin Astronomical Observatory (hereinafter referred to as the "Base") is located about 5 kilometers (126.3° E, 43.8° N, 313 meters above sea level) in Nangou, Xiaosuihe Village, Dasuihe Town, Jilin City, Jilin Province, which is affiliated to the Changchun Observatory, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences. The mean value of seeing of the base is about $1.3''$–$1.4''$, the night sky brightness in the V band near the zenith is $20.64\,\mathrm{mag}\cdot\mathrm{arcsec}^{-2}$, and the maximum number of clear nights is better than 270 days per year, which shows the good astronomical observation conditions. Jilin Astronomical Observatory, which was put into operation in 2016, has several photoelectric telescopes, including the 1.2-meter photoelectric telescope, the Mini Optoelectronic Telescope Array, the large field of view photoelectric telescope array, and the advanced multi-functional array-structured photoelectric detector. With the equipments mentioned above, we have carried out relevant research mainly on space target detection and recognition, precision orbit determination, new photoelectric detection methods and multicolor photometry of variables, and so forth. We have maintained a good cooperative relationship with a number of domestic universities and scientific research institutes.

Key words telescopes: site selection, astronomical instrumentation, methods: data analysis, techniques: photometric